

Résumé

Vingt-sept lignées de Catimor et Sarchimor, provenant des trois origines de l'Hybride de Timor sont comparées aux lignées commerciales Catuai et Caturra, dans deux essais de la station de CICAFAE du Costa Rica (1 200 m d'altitude). Les comparaisons portent sur la productivité, la granulométrie, la circonférence du tronc, les loges vides et caracolis, l'incidence de la rouille orangée et des nématodes (*Meloidogyne exigua* et *Pratylenchus sp.*), la résistance vis-à-vis du CBD (*Colletotrichum kahawae*). Les résultats indiquent des différences significatives entre les lignées de Catimor et Sarchimor pour tous les caractères observés et confirment la valeur de ces lignées issues de l'Hybride de Timor, pour la sélection de lignées productives et résistantes à la rouille orangée, au CBD et à *M. exigua*.

Resumen

Se comparan veintisiete descendencias de Catimores y Sarchimores procedentes de tres orígenes del híbrido de Timor con las familias comerciales Catuai y Caturra, en dos ensayos de la estación de CICAFAE de Costa Rica (1.200 m.s.n.m.). Las comparaciones abarcan la productividad, la granulometría, la circunferencia del tronco, las celdillas vacías y caracolis, la incidencia de la roya anaranjada y de los nematodos (*Meloidogyne exigua* y *Pratylenchus sp.*), la resistencia frente a la CBD (*Colletotrichum kahawae*). Los resultados indican diferencias significativas entre las descendencias de Catimores y Sarchimores para todos los caracteres observados y confirman el valor de estas descendencias oriundas del Híbrido de Timor, para la selección de familias productivas y resistentes a la roya anaranjada, al CBD y a *M. exigua*.

Abstract

Twenty-seven Catimor and Sarchimor lines from three Híbrido de Timor origins were compared to commercial Catuai and Caturra lines in two trials at the CICAFAE station in Costa Rica (1,200 m above sea level). The comparisons included productivity, bean size, stem girth, empty beans and pea berries, leaf rust and nematode incidence (*Meloidogyne exigua* and *Pratylenchus sp.*), resistance to Coffee Berry Disease (CBD) (*Colletotrichum kahawae*). The results reveal significant differences between the Catimor and Sarchimor lines for all the characters observed and confirm the merits of these lines obtained from the Híbrido de Timor for breeding productive lines resistant to leaf rust, CBD and *M. exigua*.

Comportement agronomique et résistance aux principaux déprédateurs des lignées de Sarchimor et Catimor au Costa Rica

Bertrand B.¹, Aguilar G.², Bompard E.³, Rafinon A.⁴, Anthony F.⁵

¹ CIRAD-CP/PROMECAFE, IICA, Ap37, 2200 Coronado, San José, Costa Rica

² Convenio ICAFE/MAG, Santa Barbara, Ap 131-3009, Costa Rica

³ Etudiante, université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France

⁴ Etudiante, université d'Angers, 2 rue Le Nôtre, 49045, France

⁵ ORSTOM/CATIE, 7170 Turrialba, AP 59, Costa Rica

En Amérique centrale, la résistance à la rouille orangée du caféier (*Hemileia vastatrix*) a constitué jusqu'à présent la principale préoccupation des sélectionneurs. Cette action se base sur l'exploitation des gènes de résistance mis en évidence chez l'Hybride de Timor (HdT) et introgressés chez la variété naine Caturra (Bettencourt *et al.*, 1980 ; Rodriguez *et al.*, 1975). Deux variétés nouvelles hautement résistantes à la rouille, l'IHCAFE 90 et Costa Rica 95, sont maintenant diffusées, ou en voie de l'être, auprès des caféiculteurs (Osorio García, 1990 ; Aguilar, 1995). Cependant, ces 2 variétés sont sensibles aux nématodes (obs. personnelle) et au *Colletotrichum kahawae* (Coffee Berry Disease - CBD), (Rodriguez, 1992). Les nématodes constituent un problème grave pour la caféiculture régionale, l'amélioration variétale peut, en partie, le résoudre (Anzueto, 1993 ; Bertrand *et al.*, 1995a). Par ailleurs, le CBD menace la caféiculture la-

tino-américaine et devrait être pris en compte dans tout programme d'amélioration génétique (Muller, 1990). L'HdT présente une résistance au CBD (Van der Vossen, 1985) et à certaines espèces de nématodes (Fazuoli et Lordello, 1978). Il devrait donc être possible de sélectionner des lignées productives qui seraient résistantes à la rouille, au CBD, ou à certaines espèces de nématodes. Il est également envisagé d'utiliser ces lignées comme géniteurs en croisement avec des caféiers spontanés d'Ethiopie et du Soudan.

Toutes les sélections basées sur l'HdT dérivent de 3 plantes : CIFC 832/1, CIFC 832/2, CIFC 1343. Moreno Ruiz (1989) a mis en évidence quelques différences phénotypiques dans leurs descendance libres. Il est apparu nécessaire d'approfondir les résultats de cet auteur pour affiner l'intérêt spécifique de ces 3 origines.

Nous présentons les résultats de 2 essais comparatifs de 27 lignées dérivées de ces

3 origines de l'HdT, en présence de 2 témoins. Les comparaisons portent sur la vigueur, la production et la résistance aux nématodes et à quelques souches de CBD.

Matériels et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal étudié a été introduit du Brésil et de Colombie (tableau 1). Il s'agit de variétés obtenues par sélection génalogique et qui se trouvent en 5^e ou 6^e génération (F5 ou F6). Deux origines de l'HdT (CIFC 832/1 et CIFC 1343) ont été utilisées pour la création des variétés Catimor, sélectionnées respectivement au Brésil et en Colombie. L'HdT CIFC 832/2, croisé avec la variété Villa-Sarchi, a donné les variétés Sarchimor introduites en Amérique centrale en provenance du Brésil. Les 2 témoins sont les variétés commerciales Caturra et Catuai, utilisées au Costa Rica.

Dispositif au champ

Les 2 essais ont été installés au centre de recherches CICAPE/ICAPE¹ du Costa Rica, situé à Heredia, à 1 200 m d'altitude sur un sol du type andosol. L'essai 1, installé en 1988, compare 17 lignées dérivées de CIFC 1343 avec 2 témoins Caturra et Catuai. L'essai 2, mis en place en 1989, compare

12 lignées issues de CIFC 832/1 et de CIFC 832/2, avec les mêmes témoins que précédemment. Les 2 essais se jouxtent et sont séparés par une ligne de bordure. Chaque essai comprend 4 répétitions (blocs) et, dans chaque bloc, les lignées sont représentées par une parcelle élémentaire de 10 arbres (soit 40 arbres par lignée pour chaque essai). La distance entre plants est de 1,87 m entre lignes et de 0,84 m sur la ligne, soit une densité de 6 366 plants/ha. Les essais sont conduits sans ombrage. Les plants reçoivent 1 000 kg/ha/an de N-P-K-Mg-B (18-3-10-8-0,5) en mai et août et 250 kg/ha/an d'azote au mois de novembre et 2 applications d'hydroxide de cuivre par an contre les maladies foliaires (rouille, cercosporiose) à raison de 1,5 kg/ha.

Etude de la résistance aux nématodes

Le champ dans lequel ont été mis en place les 2 essais, est naturellement infesté par 2 espèces de nématodes : *Meloidogyne exigua* (Hernandez *et al.*, 1995) et *Pratylenchus* sp. Au cours de l'année, les populations oscillent entre 800 et 4 000 nématodes/g de racine pour *Meloidogyne* et de 0 à 1 500 nématodes pour *Pratylenchus* (obs. personnelle).

Meloidogyne exigua

Les semenceaux des lignées en essai ont été testés en pépinière, à raison de 20 plants par lignée. Environ 4 kg de ra-

cines fraîches de caféiers présentant des symptômes de galles ont été prélevés, lavés, découpés en tronçons d'environ 5 mm que l'on a soigneusement mélangés. Cent grammes environ de racines ont été utilisés pour déterminer la densité moyenne de la population de *M. exigua* par la technique de flottaison-centrifugation (environ 800 nématodes par g de racines). Les plantules âgées de 3 mois, semées dans un substrat stérile en sachets plastiques, ont été inoculées à la station expérimentale de CICAPE, au mois de juin, avec 5 g de racines par sachet, soit l'équivalent de 4 000 nématodes (oeufs et larves). Cinq mois après l'inoculation, les observations sont faites en utilisant une échelle d'indice de galles (IG) de 0 à 5, où : 0 = sans galles, 1 = 1-2, 2 = 3 à 10, 3 = 11 à 30, 4 = 30 à 100, 5 = plus de 100 galles, pour le total du système racinaire (Bertrand *et al.*, 1995a). Les plantes classées de 0 à 2 sont considérées comme résistantes et celles classées de 3 à 5 comme sensibles (Bertrand *et al.*, 1995b).

Les racines des plants de l'essai 2 ont été examinées au champ en août 1994, à partir d'une notation sur le système racinaire. Pour chaque arbre, sur un rayon d'environ 80 cm à partir du tronc, les 5 à 10 premiers cm superficiels de sol sont enlevés. L'unité observée est une racine secondaire d'environ 30 cm de long et 3 à 5 mm de diamètre, avec son chevelu racinaire. Un arbre présente de 4 à 6 unités racinaires observables dans ces premiers cm de sol. Les notations

¹ CICAPE/ICAPE: Centro de Investigaciones en Cafe/Instituto del Cafe de Costa Rica.

Tableau 1. Matériel végétal étudié par origines et par variétés. / Material vegetal estudiado por origen y por variedad.

Origines <i>Origenes</i>	Variétés, description, numéro CATIE <i>Variedades, descripción, número CATIE</i>	Origines <i>Origenes</i>	Variétés, description, numéro CATIE <i>Variedades, descripción, número CATIE</i>
CIFC 832/2 CIFC 832/2 (Sarchimor)	Lignées sélectionnées au Brésil <i>Familias seleccionadas en Brasil</i> C 3020-3 T18137 C 1669-20 T18139 C 1669-20 T18140 C 1669-33 T18141	CIFC 1343 (Catimor)	Lignées sélectionnées en Colombie <i>Familias seleccionadas en Colombia</i> MS 34 T17924 MN 66 T17925 MN 12 T17926 ML 230 T17927
CIFC 832/1 (Catimor)	Lignées sélectionnées au Brésil <i>Familias seleccionadas en Brasil</i> UFV 3880 T18121 UFV 4180 T18122 UFV 4592 T18123 UFV 4642 T18126 UFV 5405 T18127 C 3009 T18130 C 2967 T18131		MN 298 T17928 MS 335 T17929 MS 393 T17930 MR 422 T17931 MR 460 T17933 MP 547 T17934 MS 614 T17935 MP 660 T17936 MP 684 T17937 ML 685 T17938
Témoin / <i>Testigo</i>	Caturra		MP 744 T17939
Témoin / <i>Testigo</i>	Catuai		MN 946 T17940

C = Campinas, UFFV = Université Fédérale de Viçosa, Brésil / Universidad Federal de Viçosa, T = Turrialba.

Tableau 2. Comparaison de descendance de Catimor et de Sarchimor et de 2 témoins pour les essais 1 et 2, pour la circonférence au collet et la production cumulée de 5 récoltes. / *Comparación de las descendencias de Catimores y de Sarchimores y de 2 testigos para los ensayos 1 y 2, para la circunferencia al cuello y la producción acumulada de 5 cosechas.*

Essai 1 : lignées <i>Ensayo 1:</i> <i>familias</i>	Circonférence au collet (cm) <i>Circunferencia</i> <i>al cuello (cm)</i>	Production en kg de café commercial/ha <i>Producción en kg de</i> <i>café mercantil/ha</i>	Essai 2 : lignées <i>Ensayo 2:</i> <i>familias</i>	Circonférence au collet (cm) <i>Circunferencia</i> <i>al cuello (cm)</i>	Production en kg de café commercial/ha <i>Producción en kg de</i> <i>café mercantil/ha</i>
Cat ¹ T17933	25,0 abcd	17 819 a	Cat T18123	24,7 a	17 238 a
Cat T17930	26,6 abc	16 749 ab	Cat T18130	22,3 bcd	17 193 a
Cat T17939	28,2 a	16 407 abc	Sar ² T18141	20,2 e	17 079 ab
Cat T17940	22,8 de	16 248 abc	Cat T18121	21,6 cd	16 897 ab
Cat T17935	23,1 cde	16 111 abc	Cat T18126	23,2 b	16 714 ab
Cat T17937	28,5 a	15 974 abcd	Sar T18138	22,7 bc	16 339 ab
Cat T17936	27,2 ab	15 656 abcd	Cat T18131	21,7 cd	16 316 ab
Cat T17932		15 177 abcde	Cat T18127	22,7 bc	16 054 abc
Cat T17929	24,2 bcde	15 166 abcde	Sar T18137	23,5 b	15 303 abc
Cat T17925	23,7 bcde	14 506 bcde	Cat T18122	21,1 de	14 688 abc
Cat T17928	24,0 bcde	14 380 bcde	Sar T18139	23,4 b	14 517 abc
Cat T17931	24,2 bcde	13 640 bcde	Sar T18140	22,7 bc	14 153 abc
Cat T17934	26,0 abcd	13 333 cde	Caturra	20,0 e	13 344 bc
Cat T17924	25,5 abcd	13 151 cde	Catuai	21,5 cd	13 094 c
Cat T17927	22,4 de	13 105 cde			
Cat T17926	23,5 bcde	12 775 de			
Caturra	20,9 e	12 319 e			
Catuai	23,3 cde	12 035 e			

a,b,c,... Les données suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de Duncan (P 0,05). / a,b,c,... Los datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes acorde al test de Duncan (P 0,05).

¹ : Catimor, ² : Sarchimor

des galles de *Meloidogyne* utilisent la même échelle que pour l'évaluation en pépinière. Chaque unité racinaire est notée séparément. Pour caractériser la résistance de chaque lignée, seule la note la plus élevée est retenue.

Pour ces 2 évaluations, une note moyenne de sensibilité de la lignée est calculée en multipliant le pourcentage de plantes par classe (de l'échelle de 0 à 5), par la valeur de la classe et en cumulant ces valeurs. Une note qui varie de 0 à 500 est ainsi attribuée à chaque variété.

***Pratylenchus* sp.**

Dans l'essai 2, la résistance de 9 variétés à *Pratylenchus* a été examinée sur 2 échantillons de racines. Pour chaque arbre, on prélève environ 2 g de chevelu racinaire en 4 points (2 sur la ligne, 2 en interlignes) situés entre 30 et 50 cm du tronc. Pour chaque lignée, on analyse 2 échantillons réalisés par le mélange des racines des 10 arbres du bloc 1 avec les racines des 10 arbres du bloc 3 (échantillon 1) puis par le mélange des racines des 10 arbres du bloc 2 avec les racines des 10 arbres du bloc 4 (échantillon 2). L'extraction est faite avec la technique de la chambre de brumisation

à partir d'une aliquote de 10 g de racines fraîches. Les résultats sont exprimés en nombre de nématodes par gramme de racines et sont soumis à l'analyse de variance après une transformation $\sqrt{X+0,5}$, (Noé, 1985).

Evaluation de la résistance au CBD

L'évaluation des lignées de l'essai 2 a été faite au Cirad ² (France). Pour chaque lignée, 20 plantules de 5 à 6 semaines provenant des lignées en essai, ont été inoculées. La technique d'inoculation des hypocotyles est une adaptation de la méthode de Cook (1973). Six souches du champignon ont été utilisées, deux du Cameroun (675A et 732A), une du Kenya (KHW1B), une du Burundi (O42), une du Malawi (M2), et une du Zimbabwe (ZW1). La lecture des symptômes est réalisée d'après l'échelle de Van der Graaff (1982) qui comporte 5 classes (de 0 à 4), où 0 correspond à l'absence de symptômes, et 4 à la mort de la plante. A partir des données, un coefficient de sensibilité à la maladie est calculé : à chaque classe de sensibilité correspond un pourcentage de plantes, qui est multiplié par le coefficient de sensibilité de l'échelle de Van der Graaff (1982) et cumulé pour chaque lignée. Une note de 0 à 400 est ainsi attribuée à chaque lignée. De 0 à 99, la lignée est considérée résistante, de 100 à 199, on lui attribue une résistance moyenne, de 200

à 299, elle est dite sensible et de 300 à 400, très sensible.

Evaluation de la résistance à la rouille orangée

Malgré la protection phytosanitaire, les plantes sensibles à la rouille présentent chaque année de nombreuses feuilles atteintes. L'évaluation a été faite au champ, en observant en août et septembre la présence de taches avec sporulation sur les arbres durant l'époque d'incidence maximale de la maladie.

Observations agronomiques

Circonférence du tronc

Les mesures sont faites avec un mètre ruban à la base du tronc, à 5 cm du sol sur des arbres de 5 ans.

Production

La production se mesure pour chaque lignée, par bloc et par an : 5 récoltes pour l'essai 1 et 4 pour l'essai 2.

Caractéristiques et défauts du grain

En novembre 1994, les caractéristiques des fruits et la granulométrie ont été estimées à partir de 2 kg de cerises :

- la granulométrie, que l'on évalue par le poids à 12 % d'humidité de 100 grains normaux ;
- le taux de caracolis ³ ;

² Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

³ Caracoli : grain de café de forme ovoïde résultant du développement d'une seule graine dans le fruit.

- le taux de fruits à 1 ou 2 loges vides ⁴, (nombre de fruits surnageant d'1 dm³ de fruits frais, immergé dans 2 l d'eau).

Résultats

Productivité et vigueur

Dans l'essai 1, 7 lignées produisent significativement plus (22 à 45 %) que la moyenne des 2 variétés témoins (tableau 2). Dans l'essai 2, 7 lignées se détachent, elles produisent entre 10 et 30 % de plus que les témoins (tableau 2). Pour la circonférence au collet, il existe aussi des différences entre les lignées mais il n'y a pas de corrélation significative entre cette mesure et la production.

Caractéristiques et défauts des grains

Fruits à loges vides

Dans l'essai 1, on n'observe pas de différences statistiques entre les traitements. Dans l'essai 2, une seule lignée se distingue statistiquement des autres (T18139) avec 35 fruits flottants par litre (aprox. 10 %). En moyenne dans les deux essais, les témoins ont 4 % de fruits vides alors que les Catimor et les Sarchimor en présentent 3,3 %.

Tableau 3. Comparaison de descendance de Catimor, Sarchimor et témoins pour le poids de 100 graines et le taux de caracolis. / Comparación de descendencias de Catimores, Sarchimores y testigos para el peso de 100 semillas y la tasa de

Lignées Descendencias	Poids de 100 graines en g Peso de 100 semillas en g	Caracolis pour 100 graines Caracolis por 100 semillas
T17924	22,15 a	13,0 fghijk
T17925	21,35 ab	22,0 ab
T18121	20,90 abc	9,5 ijkl
T18137	20,85 abc	16,0 cdef
T17931	20,82 abcd	11,0 ghijkl
T18141	20,65 abcd	18,5 bcd
T17934	20,25 abcd	10,5 hijkl
T17936	20,25 abcd	16,5 cdef
T17930	20,07 abcd	14,5 defgh
T18138	20,05 abcd	7,5 l
T18122	20,00 abcd	13,5 efghij
T17937	19,68 abcd	11,0 ghijkl
T18123	19,63 abcd	18,0 bcde
Caturra	19,38 abcd	9,0 jkl
Catuai	19,33 abcd	9,5 ijkl
T18126	19,23 abcd	15,5 defg
T18140	19,20 abcd	13,0 fghijk
T17927	19,15 abcd	16,0 cdef
T17933	19,15 abcd	8,0 l
T17926	19,13 abcd	16,0 cdef
T17939	19,05 bcd	14,0 defghi
T18131	18,83 bcd	8,5 kl
T18127	18,68 bcd	10,5 hijkl
T17935	18,63 bcd	13,5 fghij
T17928	18,63 bcd	16,5 cdef
T17929	18,58 bcd	20,5 abc
T18139	18,20 cd	14,5 defgh
T17940	17,93 cd	10,0 hijkl

Tableau 4. Comparaison des origines pour la circonférence (en cm) et la production cumulée de 5 et 4 récoltes, respectivement, pour les essais 1 et 2. Comparación de los orígenes para la circunferencia (en cm) y la producción acumulada de 5 y 4 cosechas, respectivamente, para los ensayos 1 y 2.

Essais Ensayos	Origines Orígenes	Effectifs Efectivos	Circonférence Circunferencia (cm)	Production en Producciones en kg/ha
Essai 1 Ensayo 1	HT 1343	16	23,4 a	15 006 a
	Témoins/Testigos	2	20,1 b	12 183 b
Essai 2 Ensayo 2	HT 832/2	5	22,5 a	15 485 a
	HT 832/1	7	22,4 a	16 453 a
	Témoins/Testigos	2	20,7 b	13 208 b

Granulométrie et caracolis

La granulométrie oscille entre 22,15 et 17,5 g pour 100 semences (tableau 3). Treize traitements sont supérieurs aux 2 témoins et 15 sont inférieurs. Notons que la granulométrie des témoins est égale à la moyenne des lignées. Pour le taux de caracolis, les différences entre lignées sont importantes et hautement significatives ($F = 8,4$ pour 29 DL et $P \leq 0,001$). Treize Catimor et Sarchimor présentent des taux de caracolis plus importants que ceux des témoins.

Influence des origines de l'Hybride de Timor sur les caractéristiques agronomiques

La comparaison des origines avec les témoins, montre que les dérivées de l'HdT sont, en moyenne, significativement plus vigoureuses et productives que les témoins (tableau 4) et qu'il n'y a pas de différences entre les Sarchimor (CIFC 832/2) et les Catimor (CIFC 832/1). On note que les témoins des 2 essais ont des productions comparables. Cela permet de supposer qu'il n'y aurait pas non plus de différences entre les Catimor dérivés de CIFC 1343 et les Sarchimor ou les Catimor (CIFC 832/1) si on les plaçait dans un seul essai.

⁴ Loges vides : provoqués par l'avortement en cours de développement d'une ou des deux graines. Les fruits à loges vides surnagent lorsqu'on les immerge dans l'eau.

■ Analyses statistiques

Les moyennes par parcelle expérimentale servent de base pour les analyses de variance, réalisées avec le logiciel SAS. Le modèle 1 est utilisé pour la comparaison globale des variétés, alors que la comparaison des origines (Hybride de Timor) est faite suivant un modèle hiérarchisé (modèle 2). Les moyennes sont comparées au moyen d'un test de Duncan au niveau 5 %.

(Modèle 1) $X_{jk} = m + b_j + c_k + E_{jk}$
 X_{jk} : moyenne de la parcelle recevant la j^e lignée dans le bloc k
 m : moyenne générale
 b_j : effet de la j^e lignée
 c_k : effet du bloc
 E_{jk} : effet aléatoire de l'erreur.

(Modèle 2) $X_{ijk} = m + a_i + b_{ij} + c_k + E_{ijk}$
 X_{ijk} : moyenne de la parcelle dans le bloc k
 m : moyenne générale
 a_i : effet de la i^e origine
 b_{ij} : effet de la i^e lignée à l'intérieur de la i^e origine
 c_k : effet du bloc
 E_{ijk} : effet aléatoire de l'erreur.

Tableau 5. Comparaison de descendance de Catimor, Sarchimor et des témoins pour la résistance à *Meloidogyne exigua* au champ. / Comparación de las descendencias de Catimores, Sarchimores y de los testigos para la resistencia a *Meloidogyne exigua* en el campo.

Lignées / Descendencias	Effectifs / Efectivos	Note moyenne / Nota media	Classes / Clases (0-5)					
			0	1	2	3	4	5
T18122	40	470				3	3	34
T18137	40	460				1	11	28
T18121	39	450				1	15	23
T18127	40	450	2			1	7	30
T18131	40	450				2	14	24
T18139	40	440	1		2	1	8	28
T18140	40	440	3			1	12	24
Caturra	40	430			1	3	16	20
Catuai	40	420	2		1	2	12	23
T18126	40	410	2		2	2	14	20
T18138	40	260	18			1	2	19
T18123	39	240	12	1	4	9	4	9
T18130	40	0	39		1			
T18141	40	0	40					

Notation selon une échelle de 0 à 5. Essai 2. / Notación acorde a una escala de 0 a 5. Ensayo 2.

Tableau 6. Évaluation en pépinière de 30 descendance de Catimor et Sarchimor pour la résistance à *Meloidogyne exigua*. Evaluación en vivero de 30 descendencias de Catimores y Sarchimores para la resistencia a *Meloidogyne exigua*.

Origines et lignées Orígenes y descendencias	Effectifs / Efectivos	Note moyenne / Nota media	Classes / Clases (0-5)					
			0	1	2	3	4	5
CIFC 832/2 (Sarchimor)								
T18137	14	360				8	4	2
T18139	11	340				6	5	
T18140	15	420		1	1	3	6	6
T18141	18	90	13			1		2
CIFC 832/1 (Catimor)								
T18121	14	430				3	4	7
T18127	21	460			1	2	2	16
T18131	18	390			2	5	3	8
T18122	20	400	2		1	2	2	13
T18123	18	400			1	5	5	7
T18126	17	270	2	3	2	3	5	2
T18130	17	10	15	2				
CIFC 1343 (Colombia)								
T17931	18	420				4	7	7
T17929	17	380			2	4	7	4
T17936	18	330	1			5	5	7
T17928	20	320	2	1		8	6	3
T17934	18	280	2	4	1	4	3	4
T17927	13	120	7	1	2	2		1
T17933	19	60	11	6	1	1		
T17926	19	40	13	5	1			
T17940	14	50	11	1	1		1	
T17935	20	40	17		2	1		
T17925	16	30	13	1	2			
T17938	19	30	14	5				
T17930	11	20	9	2				
T17937	16	10	14	2				
T17939	11	0	11					
T17924	17	0	17					
Témoins / Testigos								
Caturra	19	420	1			7	6	5
Catuai	17	460				1	4	12

Notation selon une échelle de symptômes de 0-5. / Anotación acorde a una escala de síntomas de 0-5.

La comparaison des origines pour la granulométrie et le taux de caracolis montre qu'il n'existe pas de différences significatives entre les groupes de lignées pour ces caractères (respectivement $F = 0,88$, $P = 0,45$ et $F = 0,36$, $P = 0,74$ pour 3 degrés de liberté).

Résistance à *Meloidogyne exigua*

Au champ

Deux lignées, T18141 et T18130, ne présentent aucune galle et peuvent être considérées comme résistantes. Deux lignées, T18138 et T18123, ont des plants sensibles et résistants en proportion à peu près égales. Il s'agit peut-être d'une ségrégation du caractère de résistance (tableau 5).

En pépinière

Neuf traitements présentent 90 à 100 % de résistance et 7 autres présentent des proportions de plantes résistantes allant de 15 à 90 % (tableau 6). Les descendances des 2 lignées révélées résistantes dans l'essai 2 se présentent comme totalement résistantes ou résistantes pour plus de 80 % des plants. On compte 8 descendances résistantes sur 16 parmi les dérivées de l'origine CIFIC 1343. La corrélation, calculée pour les lignées de l'essai 2, entre les mesures faites sur les notes moyennes obtenues au champ et en pépinière, est élevée ($r = 0,879$; $p = 0,001$ pour 11 ddl).

Résistance à *Pratylenchus* sp. au champ

La comparaison de 9 lignées de l'essai 2 (tableau 7) indique qu'il n'y a pas de différences statistiques significatives entre les génotypes, pour la sensibilité à *Pratylenchus* sp. Les Catimor ou Sarchimor sont infestés de la même façon que les lignées témoins.

Résistance au CBD

Les 2 témoins sont sensibles à 5 souches du parasite. Le Catuai apparaîtrait modérément résistant vis-à-vis de la souche du Malawi, alors que le Caturra y serait très sensible (tableau 8). De façon générale, cette souche semble moins agressive que les autres. Les 2 souches du Cameroun sont les plus agressives et seules T18139 et T18126 présentent une réaction de sensibilité modérée. La lignée T18123 semble avoir une résistance élevée à 4 souches d'Afrique de l'Est.

Résistance à la rouille orangée

Dans l'essai 2, la lignée T18122 s'avère totalement sensible à la rouille. Les lignées T18127, T18131 et T18137 sont en ségréga-

Tableau 7. Comparaison de Catimor et Sarchimor avec Catuai et Caturra pour l'infestation de *Pratylenchus* sp. et *Meloidogyne exigua* au champ. / Comparación de Catimores y Sarchimores con Catuai y Caturra para la infestación de *Pratylenchus* sp. y *Meloidogyne exigua* en el campo.

Lignées / Descendencias		<i>Pratylenchus</i> sp.	<i>Meloidogyne exigua</i>
Catimor	T18130	48 a	a
Sarchimor	T18141	72 a	2 a
Catimor	T18127	163 a	79 b
Catimor	T18131	188 a	210 b
Catimor	T18122	108 a	212 b
Caturra	Témoin / Testigo	114 a	249 b
Sarchimor	T18140	55 a	313 b
Catuai	Témoin / Testigo	81 a	546 b
Sarchimor	T18137	15 a	552 b

Nombre de nématodes par gramme de racines. Test de Duncan sur les données transformées par ($\sqrt{X + 0,5}$), $a p = 0,05$.

Número de nematodos por gramo de raíces. Test de Duncan sobre los datos transformados por ($\sqrt{X + 0,5}$), $a p = 0,05$.

Tableau 8. Comparaison des lignées pour le coefficient de sensibilité, avec différentes souches du champignon. / Comparación de las familias para el coeficiente de sensibilidad, con diferentes cepas del hongo.

Lignées / Familias		675A	732A	KHW1B	042.1A	M2	ZW1
Catuai	Témoin / Testigo	388	384	336	352	108	319
Caturra	Témoin / Testigo	400	400	-	216	344	-
Catimor	T18121	344	385	200	60	188	232
Catimor	T18123	188	400	16	28	0	48
Catimor	T18126	264	400	220	128	120	208
Catimor	T18127	388	400	164	352	296	-
Catimor	T18130	400	388	36	364	240	-
Sarchimor	T18139	334	236	-	390	200	-
Sarchimor	T18140	-	388	-	-	8	-

tion avec respectivement 15, 18 et 12 % de plantes présentant des symptômes de sporulation au champ.

Relation entre la production et la résistance à la rouille et à *Meloidogyne exigua* (essai 2)

La production moyenne par lignée est reliée au taux de plantes affectées par la rouille et à la note moyenne pour la résistance à *M. exigua*. Le coefficient de corrélation multiple entre la production et ces 2 variables est de 0,797 pour 11 ddl. Sur cet essai particulier, une grande partie des différences de production peut donc s'expliquer par la résistance à la rouille et aux nématodes.

Discussion et conclusion

Les lignées de Catimor et de Sarchimor testées se caractérisent par une productivité et une vigueur supérieures aux lignées traditionnelles. La granulométrie et le taux de fruits vides sont comparables aux témoins Catuai et Caturra. Le taux de grains caracolis est en général plus élevé que celui des témoins, ce qui pourrait signifier que la sélection pour ce critère a été insuffisante ou qu'il s'agit d'un défaut propre à ce type de matériel végétal. Moreno Ruiz (1989) a

montré que les lignées dérivées des 3 origines de l'HdT présentaient des différences pour la granulométrie et les caracolis (CIFIC 832/1 présentant une granulométrie supérieure à CIFIC 1343). Les résultats présentés n'indiquent pas de différences entre les 3 origines pour la granulométrie, le taux de caracolis, la vigueur et la productivité.

La résistance à *M. exigua* est très fréquente, notamment chez les descendants de CIFIC 1343, ce qui confirme ainsi les résultats de Fazuoli et Lordello, (1978) et Morera Gonzalez (1990). Cette résistance est transmise d'une génération à l'autre. Elle est donc probablement basée sur des gènes dominants. Il devrait être facile de continuer la sélection pour la résistance à partir des lignées résistantes ou en ségrégation. Il faut signaler que la résistance à une espèce de *Meloidogyne* ne s'étend pas forcément à d'autres espèces de *Meloidogyne* (Bertrand *et al.*, 1995a). Notons toutefois que la lignée T18141 (C1669-33) qui est résistante dans notre essai, s'est révélée résistante à *M. incognita* au Brésil (Gonçalves et Ferraz, 1987), mais modérément résistante aux *Meloidogyne* sp. du Guatemala (Anzueto, 1993).

Dans les conditions d'essai, il n'y a pas eu de différences significatives de sensibilité à *Pratylenchus* sp. Cela va dans le sens des

résultats de Anzueto (1993). Enfin, il est confirmé que les Catimor et Sarchimor constituent une source de résistance à certaines souches du CBD. Cependant, il n'apparaît pas de résistance vis-à-vis des souches camerounaises qui apparaissent plus virulentes que les autres souches (Bieysse *et al.*, 1995). Les résultats tendent à montrer l'existence de réactions différentes. La lignée T18123 possède une résis-

tance à 4 souches. Les autres lignées présenteraient plutôt des résistances spécifiques.

Dans les conditions de l'essai, les résultats suggèrent que la supériorité des Catimor et des Sarchimor pour la productivité peut, en partie, être attribuée à la résistance à la rouille et au nématode *M. exigua*. L'ensemble de ces résultats démontre l'intérêt des descendance

l'HdT et indique que la sélection doit être poursuivie en les utilisant comme source de gènes de résistance aux maladies. ■

Remerciements.

Nous remercions les directions de l'ICAFE et du CATIE (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza), ainsi que MM. Eskes et Bieysse pour le concours apporté à ce travail.

Bibliographie / Bibliografía

- AGUILAR, G., 1995. Variedad Costa Rica. *In*: Convenio Instituto del Café de Costa Rica- Ministerio de Agricultura y Ganadería, primera edición, San Jose, Costa Rica, 30 p. (document interne).
- ANZUETO F., 1993. Etude de la résistance du caféier (*Coffea* sp.) à *Meloidogyne* sp. et *Pratylenchus* sp. Thèse de docteur ingénieur, école nationale supérieure agronomique, Rennes, France, 123 p.
- BERTRAND B., ANZUETO F., PEÑA M., ANTHONY F., ESKES A.B., 1995a. Genetic improvement of coffee for resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.) in Central America. *In*: 16^e colloque scientifique international sur le café, Kyoto, Japon, 9-14 avril 1995. Paris, France, ASIC, p. 630-635.
- BERTRAND B., VASQUEZ N., DECAZY B., 1995b. Nature of coffee resistance to two costa-rican *Meloidogyne* populations. *In*: 16^e colloque scientifique international sur le café, Kyoto, Japon, 9-14 avril 1995. Paris, France, ASIC, p. 910-916.
- BETTENCOURT A.J., LOPES J., GODINHO I.L., 1980. Genetic improvement of coffee. Transfer of factors for resistance to *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. into high yielding cultivars of *Coffea arabica* L. *In*: 9^e colloque scientifique international sur le café, Londres, Grande-Bretagne, 16-20 juin 1980. Paris, France, ASIC, p. 647-658.
- BIEYSSE D., BOMPARD E., BELLA MANGA, ROUBEL V., VERGNES C., 1995. Diversité génétique et variabilité du pouvoir pathogène chez *Colletotrichum kahawae*, agent de l'anthracnose des baies de *Coffea arabica*. *In*: 16^e colloque scientifique international sur le café, Kyoto, Japon, 9-14 avril 1995. Paris, France, ASIC, p. 745-749.
- BOMPARD E., 1994. Etude de la diversité génétique et de la variabilité du pouvoir pathogène chez *Colletotrichum coffeanum* Noack *sensu* Hindorf. DESS technologie du végétal, université d'Angers, France, 68 p.
- COOK R.T.A., 1973. Screening coffee plants for CBD resistance. *In*: Annual Report 1972/73, Nairobi, Kenya, Coffee Research Foundation Kenya, p. 66-68.
- FAZUOLI L.C., LORDELLO R.R.A., 1978. Resistência de cafeeiros Híbrido do Timor a *Meloidogyne exigua*. *Ciencia y Cultura, Suplemento*, 30 : 3.
- GONÇALVES W., FERRAZ L.C.C.B., 1987. Resistência do cafeeiro a nematóides. II. Testes de progênes e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3. *Nematol. Bras.* XI : 125-142.
- HERNANDEZ A., FARGETTE M., SARAH J.L., DECAZY B., MOLINIER V., BOISSEAU M., RAMENASON H., 1995. Caractérisation biochimique, biologique et morphologique de différentes populations de *Meloidogyne* sp., parasites du caféier en Amérique centrale. *In*: 16^e colloque scientifique international sur le café, Kyoto, Japon, 9-14 avril 1995. Paris, France, ASIC, p. 798-803.
- MORENO RUIZ G., 1989. Etude du polymorphisme de l'Hybride de Timor en vue de l'amélioration du caféier Arabica. Thèse de docteur ingénieur, université de Montpellier, France, 153 p.
- MORERA GONZALEZ N., 1990. Metodología para evaluar la resistencia del café a *Meloidogyne exigua*. *In*: Memoria IX reunión regional de mejoramiento de café, Managua, Nicaragua, 2-5 octobre 1990. Guatemala, PROMECAFE/IICA, 6 p.
- MULLER R., 1990. Algunos aspectos de un problema patológico grave que constituye una amenaza para la caficultura Latinoamericana: la antracnosis de los frutos del café Arabica. *In* : 50 años de CENICAFE, 1938-1988. Chinchina, Colombie, CENICAFE, p. 124-132.
- NOË J.P., 1985. Analysis and interpretation of data from nematological experiments. *In*: An advanced treatise on *Meloidogyne* sp., 2, Barker K.R., Carter C.C. et Sasser J.N. éd., Raleigh, Etats-Unis, North Carolina State University, p. 187-196.
- OSORIO GARCIA F.O., 1990. Evaluación de la estabilidad del rendimiento de introducciones en un ensayo regional de café. *In*: Memoria IX reunión regional de mejoramiento de café, Managua, Nicaragua, 2-5 octobre 1990. Guatemala, PROMECAFE/IICA, 35 p.
- RAFINON A., 1994. Etude au champ de la résistance de *Coffea arabica* au nématode à galles *Meloidogyne* sp. Mémoire de fin d'études, DESS Elaboration de la production végétale, univ. Blaise Pascal/ENITA, Clermont-Ferrand, France, 50 p.
- RODRIGUEZ C.J., 1992. Pathology and improvement of coffee for the main diseases. Contract TS2 0259-P de la CEE. *In*: Fifth scientific report, 1st May-31 October 1992 (document interne).
- RODRIGUEZ C.J., BETTENCOURT A.J., RIJO L., 1975. Races of pathogen and resistance to coffee rust. *Annu. Rev. Phytopathol.* 13 : 49.
- VAN DER GRAAFF N.A., 1982. The principles of scaling and the inheritance of resistance to coffee berry disease in *Coffea arabica*. *Euphytica* 31 (3) : 735-740.
- VAN DER VOSSEN A.M., 1985. Coffee selection and breeding. *In*: Coffee. Botany, biochemistry and production of beans and beverage, Clifford M.N. et Wilson C.S. éd., Londres, Grande-Bretagne, Croom Helm, p. 48-96.
- WALYARO D.J.A., 1983. Considerations in breeding for improved yield and quality in arabica coffee (*Coffea arabica* L.). Thèse de doctorat, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Pays-Bas, 124 p.

Comportamiento agronómico y resistencia a los principales depredadores de las descendencias de Sarchimores y Catimores en Costa Rica

Bertrand B.¹, Aguilar G.², Bompard E.³, Rafinon A.⁴, Anthony F.⁵

¹ CIRAD-CP/PROMECAFE, IICA, Ap37, 2200 Coronado, San José, Costa Rica

² Convenio ICAFE/MAG, Santa Barbara, Ap 131-3009, Costa Rica

³ Estudiante, université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France

⁴ Estudiante, université d'Angers, 2 rue Le Nôtre, 49045, France

⁵ ORSTOM/CATIE, 7170 Turrialba, AP 59, Costa Rica

Hasta la fecha, en Centroamérica, la mayor preocupación de los seleccionadores fue la resistencia a la roya anaranjada del cafeto (*Hemilia vastatrix*). Esta acción se fundamenta en la explotación de genes de resistencia evidenciados en el Híbrido de Timor (HdT) e introgresados en la variedad enana Caturra (Bettencourt *et al.*, 1980; Rodríguez *et al.*, 1975). Ahora se difunden dos nuevas variedades altamente resistentes a la roya, ICAFE 90 y Costa Rica 95, o están pendientes de serlo, junto a los caficultores (Osorio García, 1990; Aguilar, 1995). No obstante, estas 2 variedades son sensibles a los nematodos (obs. personal) y al *Colletotrichum kahawae* (*Coffee Berry Disease* - CBD), (Rodríguez, 1992). Los nematodos constituyen un problema de gravedad para la caficultura regional, el mejoramiento varietal puede, por parte, resolverlo (Anzueto, 1993; Bertrand *et al.*, 1995a). Por otro lado, el CBD amenaza la caficultura latinoamericana y debería tomarse en cuenta en cualquier programa de mejoramiento genético (Muller, 1990). El HdT presenta una resistencia al CBD (Van der Vossen, 1985) y a ciertas especies de nematodos (Fazuoli y Lordello, 1978). Por lo tanto debería resultar posible seleccionar líneas productivas que serían resistentes a la roya, al CBD o a ciertas especies de nematodos. También se examina utilizar estas familias como genitores en cruzamiento con cafetos silvestres de Etiopía y Sudan.

Todas las selecciones basadas en el HdT provienen de 3 plantas: CIFIC832/1, CIFIC 832/2, CIFIC 1343. Moreno Ruiz (1989) evidenció algunas diferencias fenotípicas en sus descendencias libres. Resultó necesario estudiar más detenidamente los resultados de este autor para afinar el interés específico de estos 3 orígenes.

Presentamos los resultados de 2 ensayos comparativos de 27 familias derivadas de estos 3 orígenes del HdT, en presencia de 2 testigos. Las comparaciones abarcan el vigor, la producción y la resistencia a los nematodos y a algunas cepas de CBD.

Materiales y métodos

Material vegetal

El material vegetal estudiado fue introducido de Brasil y de Colombia (cuadro 1). Se trata de variedades logradas por selección genealógica y que se encuentran en 5ª o 6ª generación (F5 o F6). Se utilizaron dos orígenes del HdT (CIFIC832/1 y CIFIC 1343) para crear variedades de Catimores, seleccionadas respectivamente en Brasil y Colombia. El HdT CIFIC 832/2, cruzado con la variedad Villa-Sarchi dio las variedades Sarchimor introducidas en América Central procedentes de Brasil. Los 2 testigos son las variedades mercantiles Caturra y Catuai, utilizadas en Costa Rica.

Dispositivo en el campo

Se instalaron los 2 ensayos en el centro de investigación CICAFA/ICAFA¹ de Costa Rica, ubicado en Heredia, a 1.200 m.s.n.m. en un suelo de tipo andosol. El ensayo 1, instalado en 1988 compara 17 familias derivadas de CIFIC 1343 con 2 testigos Caturra y Catuai. El ensayo 2, instalado en 1989, compara 12 líneas oriundas de CIFIC832/1 y de CIFIC832/2, con los mismos testigos que previamente. Los 2 ensayos se tocan y se hallan separados por una hilera de lindero. Cada ensayo incluye 4 replicos (bloques) y en cada bloque las familias se hallan representadas por una parcela elemental de 10 árboles (ya sea 40 árboles por hilera para cada ensayo). La distancia entre plantas es de 1,87 m entre hileras y de 0,84 m en la hilera misma, o sea una densidad de 6.366 plantas/ha. Los ensayos se llevan a cabo sin

sombra. Las plantas reciben 1.000 kg/ha/año de N-P-K-Mg-B (18-3-10-8-0,5) en mayo y en agosto y 250 kg/ha/año de nitrógeno en el mes de noviembre y 2 aplicaciones de hidróxido de cobre por año contra las enfermedades foliares (roya, cercosporiosis) a razón de 1,5 kg/ha.

Estudio de la resistencia a los nematodos

El campo, en donde se instalaron los 2 ensayos, se halla naturalmente infestado por 2 especies de nematodos: *Meloidogyne exigua* (Hernández *et al.*, 1995) y *Pratylenchus* sp.

Durante el año, las poblaciones oscilan entre 800 y 4.000 nematodos por gramo de raíz para *Meloidogyne* y de 0 a 1.500 nematodos para *Pratylenchus* (obs. personal).

Meloidogyne exigua

Se sometieron a prueba en vivero, las semillas de siembra de las líneas en ensayo, a razón de 20 plantas por familia. Se recolectaron unos 4 kg de raíces frescas de cafetos que presentan síntomas de agallas, se lavaron, se recortaron en trozos de unos 5mm que se mezclaron cuidadosamente. Se utilizaron aproximadamente cien gramos de raíces para determinar la densidad media de la población de *M. exigua* mediante la técnica de la flotación-centrifugación (unos 800 nematodos por gramo de raíces). Las plántulas de 3 meses, sembradas en un substrato estéril en saquitos de plástico, fueron inoculadas en la estación experimental de CICAFA en el mes de junio con 5g de raíces por saquito, o sea el equivalente de 4.000 nematodos (huevos y larvas). Cinco meses después de la inoculación, las observaciones se realizan utilizando una escala de índice de agallas (IG) de 0 a 5, en que: 0 = sin agallas, 1 = 1-2, 2 = 3 a 10, 3 = 11 a 30, 4 = 30 a 100, 5 = más de 100 agallas, para todo el sistema radicular (Bertrand *et al.*, 1995a). Se consideran como resistentes las plantas clasificadas de 0 a 2

¹ CICAFA/ICAFA: Centro de Investigaciones en Cafe/ Instituto del Cafe de Costa Rica.

y como sensibles las clasificadas de 3 a 5 (Bertrand *et al.*, 1995b).

En agosto de 1994, se examinaron las raíces de las plantas del ensayo 2 en el campo a partir de una notación sobre el sistema radicular. Para cada árbol, en un radio de 80 cm a partir del tronco, se quitan los 5 a 10 primeros cm superficiales de suelo. La unidad observada es una raíz secundaria de unos 30 cm de longitud y 3 a 5 mm de diámetro, con su red de raíces. Un árbol presenta de 4 a 6 unidades radiculares observables en los primeros cm del suelo. Las notaciones de agallas de *Meloidogyne* utilizan la misma escala que para la evaluación en vivero. Cada unidad radicular se anota por separado. Para caracterizar la resistencia de cada familia, se selecciona sólo la nota más elevada.

Para estas 2 evaluaciones, se calcula una nota media de sensibilidad de la línea al multiplicar el porcentaje de plantas por clase (de la escala 0 a 5), por el valor de la clase y al acumular estos valores. Asimismo se atribuye una nota que varía de 0 a 500 a cada variedad.

***Pratylenchus* sp.**

En el ensayo 2, se examinó la resistencia de 9 variedades a *Pratylenchus* en 2 muestras de raíces. Para cada árbol, se recolecta unos 2 g de red de raíces en 4 puntos (2 en la hilera, 2 en las calles) ubicados entre 30 y 50 cm del tronco. Para cada familia, se analizan 2 muestras realizadas por la mezcla de raíces de los 10 árboles del bloque 1 con las raíces de los 10 árboles (muestra 1) y luego por la mezcla de las raíces de los 10 árboles del bloque 2 con las raíces de los 10 árboles del bloque 4 (muestra 2). La extracción se realiza con la técnica de la cámara de nebulización a partir de una alícuota de 10 g de raíces frescas. Se expresan los resultados en número de nematodos por gramo de raíces y se someten al análisis de variancia después de transformación $\sqrt{X} + 0,5$, (Noé, 1985).

Evaluación de la resistencia al CBD

La evaluación de las líneas del ensayo 2 se realizó en el Cirad² (Francia). Para cada familia, se inocularon 20 plántulas de 5 a 6 semanas procedentes de descendencias en ensayo. La técnica de inoculación de los hipocótilos es una adaptación del método de Cook (1973). Se utilizaron seis cepas del hongo, dos del Camerún (675A y 732A), una de Kenia (KHW1B), una de Burundi (042), una de Malaui (M2), y una del Zimbabue (ZW1). La lectura de los síntomas se realiza acorde a la escala de Van der Graaff (1982) que

incluye 5 clases (de 0 a 4), en que 0 corresponde a la ausencia de síntomas, y 4 a la muerte de la planta. A partir de los datos, se calcula un coeficiente de sensibilidad a la enfermedad: a cada clase de sensibilidad corresponde un porcentaje de plantas, que se multiplica por el coeficiente de sensibilidad de la escala de Van der Graaff (1982) y se acumula para cada familia. Asimismo se le atribuye una nota de 0 a 400 a cada familia. De 0 a 99, se considera la familia resistente, de 100 a 199, se le atribuye una resistencia media, de 200 a 299, se le llama sensible y de 300 a 400, muy sensible.

Evaluación de la resistencia a la roya anaranjada

A pesar de la protección fitosanitaria, las plantas sensibles a la roya presentan cada año numerosas hojas afectadas. La evaluación se hace en el campo, al observar en agosto y setiembre la presencia de manchas con esporulación en los árboles durante el tiempo de la incidencia máxima de la enfermedad.

Observaciones agronómicas

Circunferencia del tronco

Las mediciones se hacen con una cinta métrica en la base del tronco, a 5 cm del suelo en árboles de 5 años.

Producción

La producción se mide para cada familia, por bloque y por año: 5 cosechas para el ensayo 1 y 4 para el ensayo 2.

Características y defectos del grano

En noviembre de 1994, se estudiaron las características de los frutos y la granulometría a partir de 2 kg de cerezas:

- la granulometría, que se valúa por el peso al 12% de humedad de 100 granos normales;
- la tasa de caracolis³;
- la tasa de frutos de 1 o 2 loculos vacíos⁴, (número de frutos que sobrenadan de 1 dm³ de frutos frescos, sumergido en 2 l de agua).

Resultados

Productividad y vigor

En el ensayo 1, 7 familias producen significativamente más (22 a 45%) que el promedio de las 2 variedades testigos (cuadro 2). En el ensayo 2, 7 familias se destacan, que producen entre el 10 al 30% de más que los testigos (cuadro 2). Para la circunferencia en el cuello, existen también diferencias entre las líneas, pero no hay correlación significativa entre esta medición y la producción.

Características y defectos de los granos

Frutos con celdillas vacías

En el ensayo 1, no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el ensayo 2,

una sola descendencia se distingue estadísticamente entre las demás (T8139) con 35 frutos flotantes por litro (aprox. 10%). Como promedio, en los dos ensayos, los testigos tienen el 4% de frutos vacíos mientras que los Catimores y los Sarchimores presentan el 3,3%.

Granulometría y caracolis

La granulometría oscila entre 22,15 y 17,5 g para 100 semillas (cuadro 3). Trece tratamientos son superiores a los 2 testigos y 15 son inferiores. Anotamos que la granulometría de los testigos es igual al promedio de las familias. Para la tasa de caracolis, las diferencias entre familias son importantes y altamente significativas ($F = 8,4$ para 29 DL y $P \leq 0,001$). Trece Catimores y Sarchimores presentan tasas de caracolis más importantes que las de los testigos.

Influencia de los orígenes del Híbrido de Timor sobre las características agronómicas

La comparación de los orígenes con los testigos, muestra que los derivados del HdT son, por término medio, significativamente más vigorosas y productivas que los testigos (cuadro 4) y que no existen diferencias entre los Sarchimores (CIFC 832/2) y los Catimores (CIFC 832/1). Se observa que los testigos de los 2 ensayos tienen producciones comparables. Esto permite suponer que no hubiera tampoco diferencias entre los Catimores derivados de CIFC 1343 y los Sarchimores o los Catimores (CIFC 832/1) en caso de colocarlos en un solo ensayo.

La comparación de los orígenes mediante granulometría y la tasa de caracolis muestra que no existen diferencias significativas entre los gru-

■ Análisis estadísticas

Los promedios por parcela experimental sirven de base para los análisis de variancia, realizados con el programa SAS. El modelo 1 se utiliza para la comparación global de las variedades, mientras que la comparación de los orígenes (Híbrido de Timor) se hace siguiendo un modelo jerarquizado (modelo 2). Los promedios se comparan mediante un test de Duncan al nivel 5%.

Ejk: efecto aleatorio del error

(Modelo 1) $X_{jk} = m + b_j + c_k + E_{jk}$

X_{jk}: promedio de la parcela que recibe la *j*ésima familia en el bloque *k*

m: promedio general

b_j: efecto de la *j*ésima familia

c_k: efecto del bloque

(Modelo 2) $X_{ijk} = m + a_i + b_{ij} + c_k + E_{ijk}$

X_{ijk}: promedio de la parcela en el bloque *k*

m: promedio general

a_i: efecto de *j*ésima origen

b_{ij}: efecto de la *j*ésima familia dentro de la *j*ésima origen

c_k: efecto del bloque

Eijk: efecto aleatorio del error.

² Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

³ Caracoli: grano de café de forma ovoide que deriva del desarrollo de un solo grano en el fruto.

⁴ Loculos vacíos: provocados por el aborto durante el desarrollo de una o de las dos semillas. Los frutos de loculos vacíos sobrenadan cuando se sumergen en el agua.

pos de familias para estos caracteres (respectivamente $F = 0,88$, $P = 0,45$ y $F = 0,36$, $P = 0,74$ para 3 grados de libertad).

Resistencia a *Meloidogyne exigua*

En el campo

Dos familias, T18141 y T18130, no presentan ninguna agalla y pueden considerarse como resistentes. Dos familias, T18138 y T18123, tienen plantas sensibles y resistentes en proporción casi iguales. Tal vez se trate de una segregación del carácter de resistencia (cuadro 5).

En vivero

Nueve tratamientos presentan el 90 al 100% de resistencia y 7 otros presentan proporciones de plantas resistentes yendo del 15 al 90% (cuadro 6). Las descendencias de las 2 líneas reveladas resistentes en el ensayo 2, se presentan como totalmente resistentes o resistentes a más del 80% de las plantas. Se cuentan 8 descendencias resistentes de los 16 entre los derivados del origen CIFIC 1343. La correlación, calculada para las familias del ensayo 2, entre las mediciones hechas sobre las notas medias logradas en el campo y en vivero, es alta ($r = 0,879$; $p = 0,001$ para 11 ddl).

Resistencia a *Pratylenchus* sp. en el campo

La comparación de 9 familias del ensayo 2 (cuadro 7) indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los genotipos, para la sensibilidad a *Pratylenchus* sp. Los Catimores o los Sarchimores se encuentran infestados de la misma manera que las familias testigos.

Resistencia al CBD

Los 2 testigos son sensibles a 5 cepas del parásito. El Catuai parece moderadamente resistente frente a la cepa del Malaui mientras que el Caturra le sería muy sensible (cuadro 8). En general, esta cepa parece menos agresiva que las demás. Las 2 cepas de Camerún son más agresivas y solo T18139 y T18126 presentan una reacción de sensibilidad moderada. La familia

T18123 parece tener una resistencia alta a 4 cepas de África del Este.

Resistencia a la roya anaranjada

En el ensayo 2, la familia T18122 resulta totalmente sensible a la roya. Las familias T18127, T18131 y T18137 se hallan en segregación con respectivamente 15, 18 y 12% de plantas que presentan síntomas de esporulación en el campo.

Relación entre la producción y la resistencia a la roya y a *Meloidogyne exigua*, (ensayo 2)

La producción media por familia está relacionada con la tasa de plantas afectadas por la roya y con la nota media para la resistencia a *M. exigua*. El coeficiente de correlación múltiple entre la producción y estas 2 variables es de 0,797 para 11 ddl. En este ensayo especial, gran parte de las diferencias de producción puede por lo tanto explicarse por la resistencia a la roya y a los nematodos.

Discusión y conclusión

Las familias de Catimor y de Sarchimor sometidas a prueba se caracterizan por una productividad y un vigor superior a los de las familias tradicionales. La granulometría y la tasa de frutos vacíos son comparables a los testigos Catuai y Caturra. La tasa de granos caracolís es por lo general más alta que la de los testigos, lo que podría significar que la selección para este criterio fue insuficiente o que se trata de un defecto propio a este tipo de material vegetal. Moreno Ruiz (1989) mostró que las familias derivadas de 3 orígenes del HdT, presentaban diferencias para la granulometría y los caracolís (CIFIC 832/1 que presenta una granulometría superior a CIFIC 1343). Los resultados presentados no indican diferencias entre los 3 orígenes para la granulometría, la tasa de caracolís, el vigor y la productividad.

La resistencia a *M. exigua* es muy frecuente, especialmente en los descendientes de CIFIC

1343, lo que confirma así los resultados de Fazuoli y Lordello, (1978) y Morera Gonzalez, (1990). Esta resistencia se transmite de una generación a otra. Por lo tanto, probablemente se basa en genes dominantes. Debería resultar fácil continuar la selección para la resistencia a partir de familias resistentes o en segregación. Hay que señalar que la resistencia a una especie de *Meloidogyne* no se extiende forzosamente a otras especies de *Meloidogyne* (Bertrand *et al.*, 1995a). No obstante, anotamos que la familia T18141 (C1669-33) que es resistente en nuestro ensayo, resultó ser resistente a *M. incognita* en Brasil, (Gonçalves y Ferraz, 1987) pero moderadamente resistente a las *Meloidogyne* sp. de Guatemala (Anzueto, 1993).

En las condiciones del ensayo, no había diferencias significativas de sensibilidad a *Pratylenchus* sp. Esto confirma los resultados de Anzueto (1993). Por último, se confirma que los Catimores y Sarchimores, constituyen una fuente de resistencia a ciertas cepas del CBD. No obstante, no aparece resistencia frente a cepas camerunesas que resultan más virulentas que las demás cepas (Bieysse *et al.*, 1995). Los resultados tienden a mostrar la existencia de reacciones diferenciales. La familia T18123 posee una resistencia a 4 cepas. Las demás familias presentarían más bien resistencias específicas.

En las condiciones del ensayo, los resultados sugieren que la superioridad de los Catimores y de los Sarchimores para la productividad pueden, por parte, atribuirse a la resistencia a la roya y al nematodo *M. exigua*. Todos los resultados demuestran el interés de las descendencias del HdT e indican que la selección debe proseguirse al utilizarlas como fuente de genes de resistencia a las enfermedades. ■

Agradecimientos.

Agradecemos las direcciones del ICAFE y del CATIE (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza), así como los Sres. Eskes y Bieysse por el apoyo prestado a este trabajo.